

3/PART

533 Rec'd PCT/PTO 15 JUN 2000 08/581565

9359

Fraunhofer-Gesellschaft

5

Piezoelektrischer Schwinger

Die vorliegende Erfindung betrifft einen piezoelektrischen Schwinger, wie er als Ultraschallwandler zum Einsatz kommen kann.

10

Die Effekte der Ultraschallausbreitung, insbesondere die Schallgeschwindigkeit und die Schalldämpfung sind temperaturabhängig. Weiterhin ist bei den sehr häufig in Ultraschallwandlern als Materialien zur elektromechanischen Energiekonversion eingesetzten Piezokeramiken eine deutliche Temperaturabhängigkeit der piezoelektrischen Konstanten vorhanden. Dadurch ergibt sich bei piezokeramischen Ultraschallwandlern oder Schwingern ein temperaturabhängiges akustisches Übertragungsverhalten.

20

Bei akustischen Durchflußmeßgeräten und Füllstandsdetektoren, die unter Verwendung von Ultraschallwandlern arbeiten, ist daher in der Regel vor oder während des Betriebes eine Temperaturmessung erforderlich.

25

Im Stand der Technik wird die Temperatur hierbei in vielen Fällen durch einen externen Temperatursensor realisiert. Allerdings muß in einem solchen Fall der externe Temperatursensor zur Erfassung der Temperatur direkt an der akustischen Meßstelle neben dem Ultraschallwandler an die Meßstelle geführt werden. Dies erfordert eine zusätzliche Verkabelung und verkompliziert die gesamte Anordnung.

30

35

Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen piezoelektrischen Schwinger bereitzustellen, der auf ein-

fache Weise eine Erfassung der Temperatur direkt an der akustischen Meßstelle ermöglicht.

5 Die Aufgabe wird mit den Merkmalen des piezoelektrischen Schwingers nach Anspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

10 Erfindungsgemäß besteht der piezoelektrische Schwinger aus einem piezoelektrischen Substrat, vorzugsweise einer Piezokeramik, das auf einer ersten Oberfläche eine erste Elektrode und auf einer der ersten Oberfläche gegenüberliegenden zweiten Oberfläche eine zweite Elektrode aufweist. Die erste Elektrode bedeckt die erste Oberfläche
15 des Schwingers nicht vollständig, so daß eine elektrodeneinfreie Randfläche vorhanden ist. Dies kann bei einem scheibenförmigen Substrat dadurch realisiert werden, daß der Durchmesser der vorzugsweise kreisförmigen Elektrode kleiner als der Durchmesser der kreisförmigen Substratoberfläche gewählt wird. Dadurch ist der Durchmesser des
20 verwendeten piezoelektrischen Substrates größer als die notwendige abstrahlende Fläche (Apertur) des piezoelektrischen Schwingers. Diese Apertur wird näherungsweise durch den Überlapp der beiden gegenüberliegenden Elektroden bestimmt.
25

Auf der elektrodeneinfreien Randfläche ist ein Bauelement mit temperaturabhängigem Verhalten angebracht bzw. integriert. Ein Anschluß dieses Bauelementes ist mit zumindest
30 einer der beiden Elektroden leitend verbunden.

Durch diese Bauweise des piezoelektrischen Schwingers kann über das temperaturabhängige Bauelement die Temperatur direkt an der akustischen Meßstelle erfaßt werden.
35 Aufgrund der Integration des Bauelementes auf die Oberfläche des piezoelektrischen Substrates wird eine unkomplizierte

zierte Temperaturerfassung gewährleistet. Durch Parallelschaltung oder Serienschaltung des Bauelementes zu dem durch die beiden Elektroden gebildeten Kondensator kann die Temperaturmessung direkt über die zweipolige Zuleitung für die Elektroden erfolgen. Eine zusätzliche Zuleitung für den Temperatursensor bzw. das temperaturabhängige Bauelement ist daher nicht erforderlich, so daß eine aufwendige Verkabelung vermieden wird.

Durch das Vorsehen von Verbindungspads, die durch die erste und/oder zweite Elektrode auf einer Oberfläche des piezoelektrischen Substrates gebildet werden, kann die Integration des temperaturabhängigen Bauelementes über eine einfache Verbindungstechnik realisiert werden (Ansprüche 3 und 4). Es ist keine zusätzliche Verdrahtung zwischen der oder den Elektroden und dem Bauelement erforderlich. Der erfindungsgemäße piezoelektrische Schwinger kann daher mit geringem Aufwand hergestellt werden.

Die vorliegende Erfindung soll im folgenden anhand eines Ausführungsbeispiels in Verbindung mit den Zeichnungen näher erläutert werden. Hierbei zeigen

Fig. 1 ein Beispiel für einen erfindungsgemäßen piezokeramischen Schwinger vor dem Anbringen des Bauelementes in Rückansicht (a), Vorderansicht (b) und Seitenansicht (c);

Fig. 2 die Rückansicht des Schwingers aus Fig. 1 mit integriertem Bauelement (hier: temperaturabhängiger Widerstand);

Fig. 3 den Schwinger aus Fig. 2 in einem Gehäuse; und

Fig. 4 ein Prinzipschaltbild der Verschaltung des Bauelementes mit dem durch die beiden Elektroden gebildeten Kondensator, als Parallelschaltung (a) oder Serienschaltung (b).

Fig. 1 zeigt ein Beispiel eines erfindungsgemäßen piezokeramischen Schwingers in Seiten-, Rück- und Vorderansicht, bevor dieser mit einem temperaturabhängigen Bauelement versehen wird. Bei der gezeigten Ausführungsform wird eine kreisrunde, scheibenförmige Piezokeramik als Substrat (1) eingesetzt. Auf der Rückseite der Keramik (siehe Fig.1(a)) ist eine ebenfalls (bis auf die Ausläufer (4,5)) kreisrunde Elektrode (2) aufgebracht, deren Durchmesser kleiner als der Durchmesser der piezoelektrischen Keramik ist.

Da die abstrahlende Fläche des Schwingers durch die Größe der Elektrode bestimmt ist, wird im vorliegenden Fall demnach eine Piezokeramik eingesetzt, deren Durchmesser größer ist als die für die vorgesehene Anwendung notwendige abstrahlende Fläche (Apertur) des Schwingers.

Aufgrund der unterschiedlichen Durchmesser der Piezokeramik und der rückwärtigen Elektrode steht auf der rückseitigen Oberfläche der Keramik eine elektrodenfreie Randfläche (3) zur Verfügung. Die rückwärtige Elektrode weist weiterhin zwei Ausläufer (4, 5) auf, die sich in die elektrodenfreie Randfläche hinein erstrecken. Diese Ausläufer bilden Verbindungspads für die spätere Kontaktierung der Elektrode mit einer Zuführungsleitung (Ausläufer 4) und mit dem Bauelement mit temperaturabhängigem Verhalten (Ausläufer 5).

In der Frontansicht (b) der Fig. 1 ist zu erkennen, daß sich im vorliegenden Beispiel die Frontelektrode (6) über

die gesamte vorderseitige Oberfläche der Piezokeramik erstreckt. Diese Frontelektrode weist in diesem Beispiel ebenfalls zwei Ausläufer (7, 8) auf, die um den Rand der scheibenförmigen Piezokeramik herumgeführt werden, um auf der Rückseite zwei Verbindungspads (7, 8) im elektrodene-freien Randbereich (3) zu bilden. Diese beiden Verbindungs-pads sind, wie bei der rückseitigen Elektrode (2), zur Kontaktierung der Frontelektrode mit einer Zuführungsleitung (Ausläufer 7) und mit dem Bauelement (Ausläufer 8) vorgesehen.

Eine Schnittansicht durch die Linie A-A' in Teilbild (a) zeigt Teilbild (c). Dort sind die piezoelektrische Keramik (1), die rückwärtige Elektrode (2) und die Frontelektrode (6) mit dem um den Rand der Piezokeramik herum geführten Ausläufer (8) zur Bildung eines Verbindungspads auf der gegenüberliegenden Oberfläche zu erkennen. In der Abbildung (c) der Fig. 1 sind der Übersichtlichkeit halber die Elektroden in einem Abstand zur Piezokeramik eingezeichnet. Tatsächlich stehen sie jedoch in Kontakt mit der Piezokeramik.

Als Materialien für das piezokeramische Material kommen übliche Materialien wie Bleizirkontitanat (PZT) in Frage. Als Elektrodenmaterialien werden vorzugsweise Silber, Gold oder Nickel eingesetzt. Typische Abmessungen der Piezokeramik sind eine Dicke von 1 bis 4 mm bei einem Durchmesser von ca. 10 - 30 mm.

Fig. 2 zeigt die Ausführungsform der Fig. 1 mit integriertem temperaturabhängigen Widerstand (9) und angebrachten Zuführungsleitungen (10) zu den Elektroden. Die Verschaltung des temperaturabhängigen Widerstandes mit dem durch die beiden Elektroden gebildeten Kondensator entspricht im vorliegenden Beispiel einer Parallelschaltung wie in Fig. 4(a) schematisch dargestellt. Die Zufüh-

rungsleitungen können beispielsweise an die Verbindungs-
pads (4, 7) angelötet werden.

Bei der erfindungsgemäßen Ausführung des piezokeramischen
5 Schwingers wird die piezoelektrische Keramik in vorteil-
hafter Weise gleichzeitig als Platine eingesetzt. Durch
die Verbindungspads, die durch die Elektroden selbst ge-
bildet werden, läßt sich eine sehr einfache Verbindungs-
10 technik mit einem geringen Aufwand an Verkabelung reali-
sieren.

Ein derartiger Schwinger kann beispielsweise zur externen
Messung des Füllstands von Gasflaschen eingesetzt werden.

15 Der temperaturabhängige Widerstand kann beispielsweise
ein PTC oder ein NTC sein. Auch eine andere Art von Tem-
peratursensor, der vorzugsweise in SMD-Bauweise ausge-
führt sein sollte, ist möglich.

20 In Fig. 3 ist ein in ein Gehäuse (11) mit einer Ankoppel-
schicht (12) eingebauter erfindungsgemäßer Schwinger mit
integriertem temperaturabhängigem Widerstand (beispiels-
weise SMD-NTC (9)) in Seitenansicht dargestellt. Ebenso
sind die Verbindungskabel (10) zu erkennen.

25 Fig. 4 zeigt die beiden Schaltungsvarianten bei Integra-
tion des Bauelements. Bei Verwirklichung der Parallel-
schaltung wie in Fig. 4a gezeigt (und in Fig. 2 reali-
siert) ist darauf zu achten, daß der elektrische Wider-
30 stand des Bauelementes (hier temperaturabhängiger Wider-
stand) das hochfrequente Ultraschallnutzsignal zur An-
steuerung der Elektroden nur geringfügig bedämpft. Hier-
bei sollte beispielsweise ein hochohmiger NTC in Verbin-
dung mit einer niederohmigen Keramik eingesetzt werden.
35 Beispielsweise kommt bei Verwirklichung eines 1,5 MHz-
Schwingers, der eine Impedanz von ca. 50 Ω (vorzugsweise

das Minimum der Impedanz bei dieser Frequenz) aufweist, der Einsatz eines NTC mit einem Widerstand von mindestens 10 bis 20 k Ω in Betracht.

- 5 Bei Verwirklichung einer Serienschaltung wie in Fig. 4b gezeigt, sollte ein niederohmiger PTC in Serienschaltung mit einer hochohmigen Piezokeramik eingesetzt werden.

- 10 Durch die dargestellte Parallelschaltung bzw. Serienschaltung ist es möglich, die Temperaturinformation mit ihrem niederfrequenten Signalverhalten über die gleiche zweipolige Zuleitung (10) zu übertragen, die auch für die hochfrequente Ultraschallinformation verwendet wird. Das Vorsehen weiterer Zuleitungen ist daher nicht notwendig.
- 15 Gerade durch diese vereinfachte Anordnung kann der Aufbau beim Einsatz des Schwingers deutlich vereinfacht werden.

- 20 Die erfindungsgemäße Anordnung der Elektroden in Verbindung mit dem Vorsehen einer Piezokeramik, deren Durchmesser größer als die notwendige abstrahlende Fläche ist, bietet die Möglichkeit einer sehr einfachen Verbindungstechnik des Bauelementes mit den Elektroden über integrierte Verbindungspads.

- 25 Es versteht sich von selbst, daß die Form und die genauen Abmessungen der Piezokeramik und der Elektroden von den jeweiligen Anwendungsfällen abhängen und durch die Lehre der vorliegenden Erfindung in keinster Weise eingeschränkt sind. Ebenso können statt temperaturabhängiger
- 30 Widerstände andere integrierbare Bauelemente zur Erfassung der Temperatur eingesetzt werden.

9359

Patentansprüche:

- 5
1. Piezoelektrischer Schwinger mit einem Substrat (1)
aus piezoelektrischem Material, das auf einer ersten
Oberfläche eine erste Elektrode (2) und auf einer der
ersten Oberfläche gegenüberliegenden zweiten Oberflä-
10 che eine zweite Elektrode (6) aufweist, wobei auf der
ersten Oberfläche eine elektrodendienfreie Randfläche (3)
vorhanden ist, auf der ein Bauelement (9) mit tempe-
raturabhängigem Verhalten angebracht ist, das über
einen Anschluß mit zumindest einer der Elektroden (2,
15 6) leitend verbunden ist.
 2. Piezoelektrischer Schwinger nach Anspruch 1, dadurch
gekennzeichnet, daß das Substrat (1) aus piezoelek-
trischem Material eine Piezokeramik ist.
20
 3. Piezoelektrischer Schwinger nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, daß die erste Elektrode (2)
eine Form mit einem Ausläufer (5) hat, der auf der
ersten Oberfläche ein Verbindungspad bildet, über das
25 der Anschluß des Bauelements (9) mit der ersten Elek-
trode (2) leitend verbunden ist.
 4. Piezoelektrischer Schwinger nach einem der Ansprüche
1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die zweite Elek-
30 trode (6) eine Form mit einem Ausläufer (8) hat, der
um den Rand des Substrates (1) herumgeführt ist und
auf der ersten Oberfläche ein Verbindungspad bildet,
über das der oder ein weiterer Anschluß des Bauele-
ments (9) mit der zweiten Elektrode (6) leitend ver-
35 bunden ist.

5. Piezoelektrischer Schwinger nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der durch die beiden Elektroden (2, 6) gebildete Kondensator in Reihe mit dem Bauelement (9) geschaltet ist, und das Bauelement im Vergleich zum Substrat einen niedrigen Widerstand aufweist.
5
6. Piezoelektrischer Schwinger nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der durch die beiden Elektroden (2, 6) gebildete Kondensator parallel zum Bauelement (9) geschaltet ist, und das Bauelement im Vergleich zum Substrat einen hohen Widerstand aufweist.
10
7. Piezoelektrischer Schwinger nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Bauelement (9) ein PTC-Widerstand ist.
15
8. Piezoelektrischer Schwinger nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Bauelement (9) ein NTC-Widerstand ist.
20
9. Piezoelektrischer Schwinger nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß das Bauelement (9) in SMD-Bauweise ausgeführt ist.
25

9359

Zusammenfassung

5

Die vorliegende Erfindung betrifft einen piezoelektrischen Schwinger, wie er zur Ultraschallausbreitung beispielsweise in akustischen Durchflußmeßgeräten oder Füllstandsdetektoren verwendet wird.

10

Der piezoelektrische Schwinger besteht vorzugsweise aus einer Piezokeramik, die auf einer ersten Oberfläche eine erste Elektrode und auf einer der ersten Oberfläche gegenüberliegenden zweiten Oberfläche eine zweite Elektrode aufweist. Auf der ersten Oberfläche der Piezokeramik ist

15

eine elektrodenfreie Randfläche vorhanden, auf der ein Bauelement mit temperaturabhängigem Verhalten angebracht ist. Dieses Bauelement ist mit zumindest einer der Elektroden leitend verbunden.

20

Mit dem erfindungsgemäßen piezoelektrischen Schwinger ist die Messung der Temperatur direkt an der akustischen Meßstelle ohne zusätzliche Verkabelung möglich.

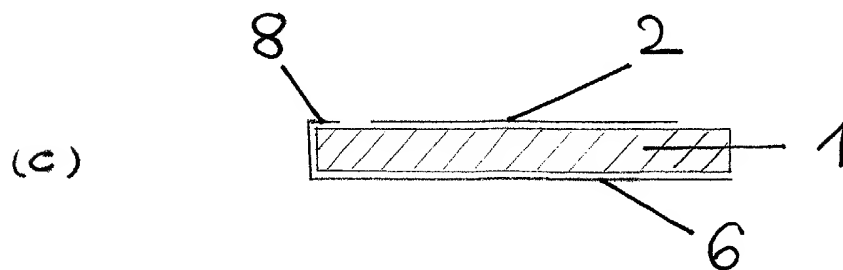
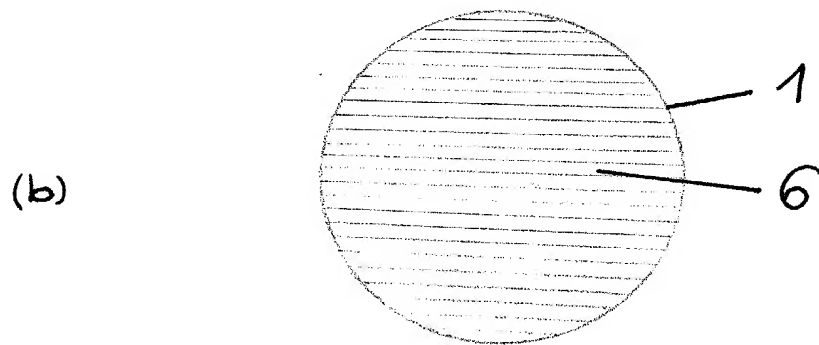
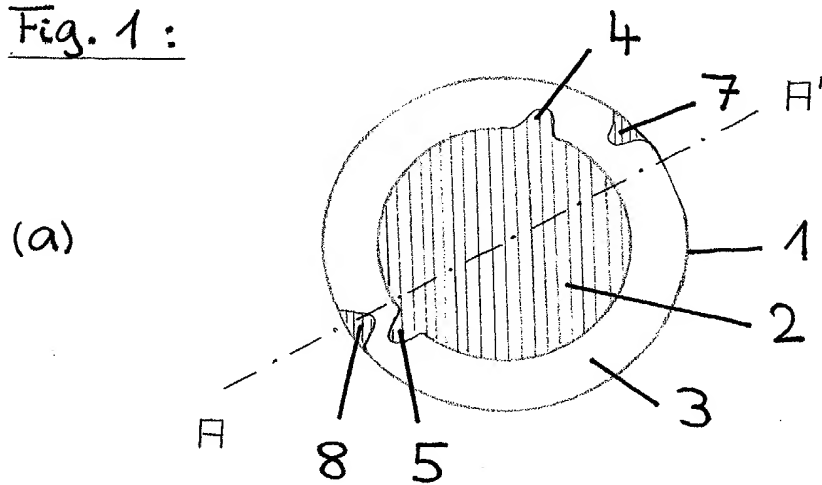
Fig. 1 :

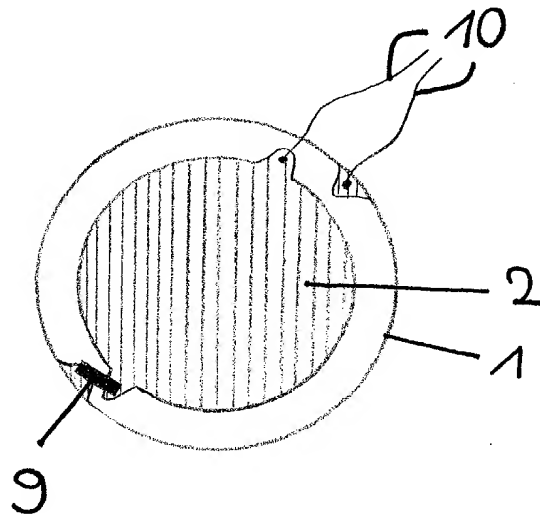
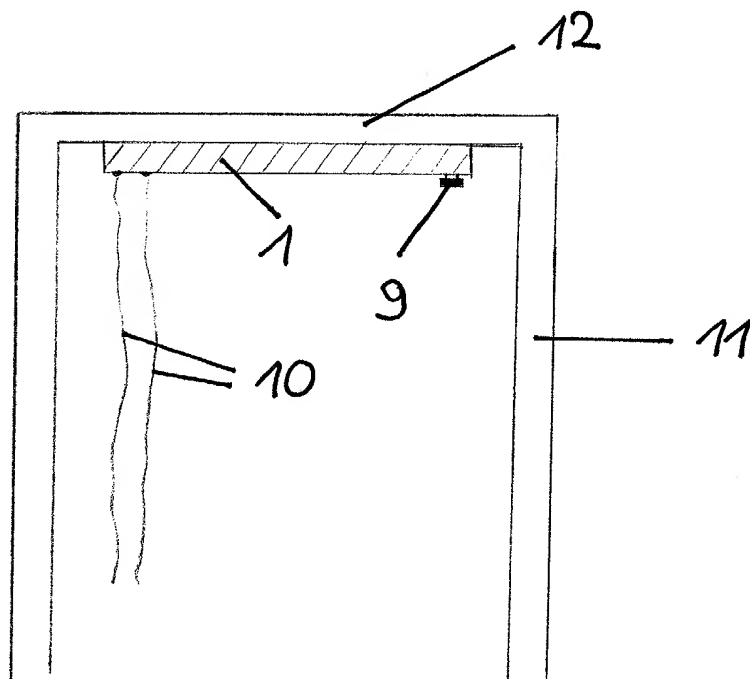
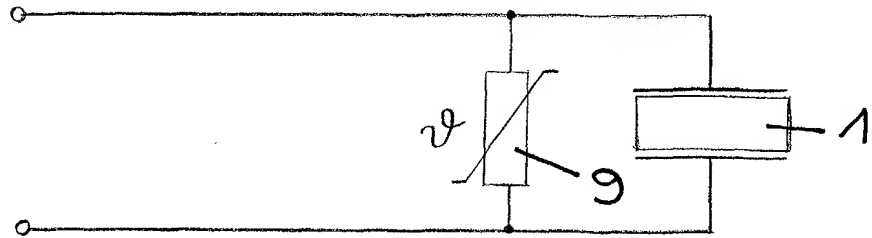
Fig. 2:Fig. 3:

Fig. 4a :Fig. 4b :